

## 누두흉의 수술적 교정

조덕곤\* · 조건현\* · 왕영필\* · 이선희\* · 곽문섭\* · 김세화\* · 이홍균\*

- Abstract -

### Surgical Repair of Pectus Excavatum

Deog Gon Cho, M.D., Keon Hyon Jo, M.D., Young Pil Wang, M.D., Sun Hee Lee, M.D.,  
Moon Sub Kwack, M.D., Se Wha Kim, M.D., Hong Kyun Lee, M.D.\*

Pectus excavatum, commonest developmental anomaly of chest wall, is manifested by depression of the sternum and lower costal cartilages that is of surgical interest.

From 1982 through 1990, fifteen patients have undergone surgery for treatment of pectus excavatum and treated by Ravitch operation : 5, Modified Ravitch operation : 4, Wada operation : 1 and Modified Wada operation : 5.

There was familial history of pectus excavatum in 3 patients.

Associated congenital anomaly were seen in 6 patients ; scoliosis in 3 patients, right inguinal hernia in 1, polydactyly in 1 and patent ductus arteriosus in 1 patient.

Postoperative minor complications were developed in 3 cases : pneumothorax, 2 cases : pleural effusion, 2 cases : wound infection and dehiscence, 1 cases ; pressure sore due to strut malposition, 2 cases : flail chest and 2 cases : seroma. The incidence of the postoperative complications were more common in cases who were treated by metal strut, pin or other prosthetic materials for supporting the chest wall integrity than the standard corrective procedure.

All cases have no recurrence of chest wall depression and operative death.

### 서 론

누두흉(pectus excavatum)은 흉벽 전면에 발생하는 선천성 기형중 가장 흔한 것으로 흉골과 그 주위의 연골을 포함한 늑골의 일부가 척추방향으로 함몰된 기형을 의미한다.

누두흉의 수술적 교정은 1911년 Meyer<sup>1)</sup>와 1913년

Sauerbruch<sup>2)</sup>에 의해 처음으로 시도된 후 수술방법이 개선 및 변화되고 기형의 원인적인 해부학적 특징들이 밝혀지면서 1939년 Ochsner와 DeBakey<sup>3)</sup>에 의해 수술적 교정의 원칙이 성립되었다. 그후에도 여러가지 다양한 수술방법이 보고되었으나 Ravitch술식에 의한 흉골거상법<sup>4)</sup>과 Wada술식에 의한 흉골 반전법<sup>5)</sup>이 근간을 이루어 왔다.

가톨릭의과대학 흉부외과학교실에서는 1982년 1월부터 1990년 3월까지 8년간 15예의 누두흉을 수술 교정 하였으므로 몇가지 교정술의 치료 성적 및 술후 합병증등을 비교하여 환자에 따라 적절한 치료방법을 선택하는데 도움을 얻고자 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

본 논문은 1990년 가톨릭중앙의료원 학술연구보조비로 이루어진 것임

\*가톨릭의과대학 흉부외과학교실

\*Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery,  
Catholic University Medical College

1990년 9월 29일 접수

## 증례 분석

가톨릭의과대학 흉부의과학교실에서는 1982년 1월부터 1990년 3월까지 8년동안 전 15예의 누두흉을 수술 교정하였다. 연령 및 성별분포는 12세 이하의 소아가 73.4%를 차지하였고 20세 이상 성인도 2예가 있었다. 남녀 발생빈도는 6.5 : 1로 남자에서 많이 발생하였다(Table 1).

가족력상 누두흉이 있었던 경우는 3예(20%)에서 있었는데 2예에서는 조부모, 1예에서는 사촌 형제에서 발생하였다. 내원 당시의 이학적 소견상 전예에서 흉골의 비정상적인 함몰을 호소하였고 8예에서 이로 인한 신체적 및 정서적인 장애가 있었으며 이들의 대부분이 12세 이상이었다. 11예(73%)에서 운동시 호흡곤란 및 심계항진 등의 호흡기 및 순환기계 증상이 있었다(Table 2).

과거력상 무기폐, 기관지폐염, 편도염, 부비동염 및 빈번한 상기도 감염등의 호흡기계 질환을 앓았던 경우

Table 1. Age and Sex Distribution.

Age(year)	Male	Female	Total
0-7	6	2	8(53.4%)
8-12	3		3(20.0%)
13-20	2		2(13.3%)
21-	2		2(13.3%)
Total	13(87%)	2(13%)	15(100%)



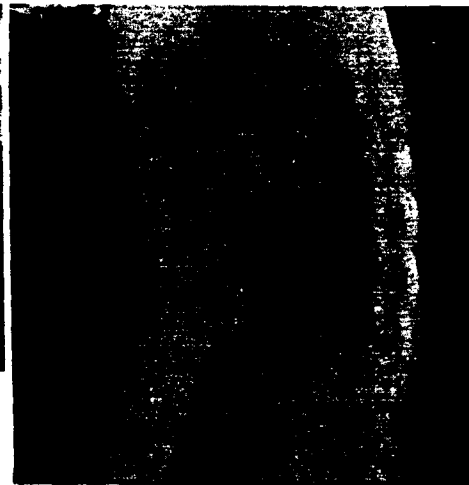
Fig. 1. Preoperative simple chest films. 6 years female patient.

Table 2. Symptoms and Signs.

Contents	Numbers
Respiratory Symptoms	9
Cardiovascular Symptoms	2
Gastrointestinal Symptoms	2
Chest Pain	2
Exercise intolerance	4
Depressives sternum	15
Depressive emotion	5

가 11예(73%)의 환자에서 있었고 폐결핵 치료와 경련성 질환을 앓고 있었던 경우도 각 1예씩 있었다. 누두흉에 동반된 신체 다른 부위의 선천성 기형은 6예(40%)에서 볼 수 있었으며 1예는 동맥관 개존증이 있어서 일단 좌후측방 개흉술을 통한 삼중 결찰술(Triple ligation) 시행후 누두흉을 교정하였고 1예는 서혜부 탈장으로 탈장 봉합술(Herniorrhaphy)을 시행했고 경도의 측만증이 있었던 3예와 1예의 다지증(Polydactyly)의 경우에는 특별한 치료를 시행하지 않았다(Table 3).

방사선 검사상 단순흉부촬영사진에서 심장의 좌측 편이를 나타낸 것이 10예(66.7%)였고 흉부측면촬영 사진상 기형의 함몰정도를 측정하는 Welch index가 5이상인 경우가 7예였다. 심전도 소견에서는 8예에서 전기축의 변화, 비특이적인 ST-T 변화, 불완전우각차 단동이 관찰되었고 10예에서 실시한 폐기능 검사에서는 구축성 환기부전의 양상을 보인 경우가 4예였다(Table 4). 의견상 우측이 더 함몰되는 비대칭적인 형



**Table 3. Previous Illnesses and Associated Anomalies.**

Contents	Number
Frequent Upper Respiratory infection	7
Atelectasis	2
Pneumonia	3
Chronic Rhinitis	1
Tonsillitis or Sinusitis	4
Pulmonary Tuberculosis	1
Seizure Disorder	1
Scoliosis	3
Inguinal Hernia	1
Polydactyly	1
Patent Ductus Arteriosus	1

태의 누두흉을 보인 경우가 7예였고 환자를 앙와위로 눕힌후 흉벽함몰 부위에 물을 부어 측정해본 함몰용적은 25cc에서 180cc까지로 평균 90cc였다.

### 수술방법 및 결과

피부 절개방법으로는 12예에서 정중흉골 피부절개, 3예에서는 양측 유방하 절개를 시행하였다.

5예(33%)에서 Ravitch술식을 4예(26.7%)에서는 Modified Ravitch술식을 시행하였는데 그 중 1예는 Marlex mesh를, 2예는 Steinman pin을 그리고 나머지 1예에서는 Stainless steel strut를 흉골하부에 고정하여 거상된 흉골을 지지하였고 Steinman pin을 사용한 2예에서는 수술 2개월후에 국소마취하에 제거

**Table 4. Preoperative Laboratory Findings.**

Laboratory Findings	Numbers
CXP* : Cardiac shifting to left	10
EKG**Change	14
Right axis deviation	3
Left axis deviation	2
Counter-clockwise rotation	2
Incomplete RBBB	4
Nonspecific ST-T change	3
PFT*** : Restrictive type	4
Cardiac catheterization : PDA****	1

\*Chest X-ray

\*\*Electrocardiogram

\*\*\*Pulmonary function test

\*\*\*\*Patent ductus arteriosus

하였고 stainless steel strut사용한 경우는 지지대의 자연적 이탈로 인한 피부의 압박 괴사로 수술 1개월 후에 제거하였으며 Marlex mesh를 사용한 경우는 수술 창상 감염으로 인하여 수술 2주후에 제거하였으나 누두흉의 재발을 볼 수 없었다. Wada술식에 의한 흉골 반전술을 시행한 경우가 1예 있었고 4예에서는 Rectus muscle pedicle을 보전하는 Modified Wada 술식에 의해 교정하였다(Table 5).

수술후 흉벽의 기이운동으로 인한 호흡부전의 발생을 예방하기 위하여 Modified Wada 술 시행한 경우 2예에서는 인공 보조호흡을 실시하였으며 수술후 12시간 이내에 기관 삽관을 제거할 수 있었다. 수술중의 합병증으로서 Modified Wada술식 시행한 2예 Mo-



**Fig. 2. Postoperative simple chest films (postoperation 14th days) Pectus excavatum was corrected by Modified Wada operation.**



**Table 5. Operation Methods.**

Operations	Numbers
Ravitch	5
Modified Ravitch	4
Wada	1
Modifid Wada	5
Total	15

**Table 6. Postoperative Complications.**

Complications	Numbers	Treatment
Pneumothorax	3	Intraoperative CTD*
Pleural effusion	2	Pleural tapping
Wound infection & dehiscence	2	Incision & drainage & secondary closure
Strut malposition & pressure sore	1	Removal of strut
Flail chest	2	Mechanical ventilation
Seroma	2	Incision & Drainage

\* Closed Thoracotomy Drainage

dified Ravitch술식 시행한 1예에서 기흉이 모두 우측에서 발생하여 흉관 삽입 하였고 또 각각 1예씩에서는 수술후 늑막액이 발견되어 흉강 천자로 치료하였다. 수술후 창상감염은 Wada 수술 1예와 Marlex mesh 이용한 수술 1예에서 발생하여 절개 및 배농술과 항생제 투여로 치료했고 Marlex mesh는 수술후 2주후에 제거했다 대부분 환자들에서 Hemovec을 사용하여 흉골 뒷면에 혈종 혹은 Seroma의 발생을 방지 하였으나 2예에서 seroma가 발생하였는데 적절한 배농으로 잘 치료되었다. 이 Hemovec은 대부분 3일 이내에 제거하였다. 수술 사망예는 없었고 6개월이상 장기추적 관찰상 누두흉의 재발예도 없었으며 전예에서 수술후 만족할 만한 소견을 보였다.

## 고 찰

누두흉은 흉골의 선천성 기형중 가장 흔한 것<sup>6)</sup>으로 Funel chest, Pectus excavatum, Schusterbrust, Trichterburst등 여러가지 이름으로 불리워지며 일차적인 병변은 늑연골의 함몰 변형으로 인한 흉골의 함몰을 초래한다.

가장 심한 함몰부위는 검상 돌기 직상부이고 위쪽으

로는 흉골체 흉골병 연결부로 흉벽 전면의 상하 좌우에서 척추 방향으로 함몰을 보인다. 보통 첫번째, 두번째 늑골, 늑연골 그리고 흉골병(Manubrium)은 정상<sup>7)</sup>으로 저자의 경우 전예에서 모두 정상 소견을 보였다. 발생 형태상 비대칭성 함몰이 흔하며 대부분이 우측에서 더 심하게 함몰되며 우측 유방의 과소 발육, 심장의 좌측편위등이 동반되고 있다.

Moghissi<sup>13)</sup>는 누두흉의 기형이 흔히 출생시에도 존재하나 2세 전후가 될때까지는 약 30%에서 더 심해지지 않는다고 했으며 이 기형이 변화없이 그대로인 경우는 드물고 대부분이 어린이가 성장함에 따라 더 진행되고 본 기형의 자연 경로를 예측할 수 있는 방법은 없다고 한다.

Ravitch등<sup>8)</sup>에 의하면 누두흉의 발생빈도는 신생아 300내지 400명 당 1명에서 나타나고 Haller등은 남자에서 3배 많고 흑인보다 백인에 더 빈번하며 가족력이 있는 경우가 18%라고 보고하였으며 Wada등<sup>10)</sup>은 남자에 많고 가족성이 22.8%라고 보고하였다. 저자의 경우 남자에서 6.5배 더 많고 3예(20%)에서 가족력이 있었다. 본 기형의 발생 원인에 대해서는 아직까지 정설이 확립되어 있지 않으나 어떠한 자극에 반응하여 하부 늑연골의 지나친 성장으로 인하여 2차적으로 흉골이 후방으로 함몰 기형을 일으킨다<sup>12)</sup>는 의견이 지배적이다.

누두흉에서 부가적으로 합병된 선천성 기형의 빈도는 Haller등<sup>9)</sup>은 8%, Wade등<sup>10)</sup>은 9.5%라고 보고하였으며 Shamberger등<sup>11)</sup>은 근육 골격 계통의 기형이 704예중 134로 가장 많았으며 그중 척추 측만증이 107예였고 그 외 Kyphosis, Myopathy, Poland's syndrome, Marfan's syndrome, Pierre Robin syndrome, Prune belly syndrome, Neurofibromatosis, Cerebral palsy, Tuberosus sclerosis, Congenital diaphragmatic hernia등을 보고 하였고 선천성 심장 기형은 16예로써 심방 혹은 심실 중격결손증으로 부터 여러 복잡기형등을 포함하고 있다. 저자의 경우 선천성 기형은 6예(40%)로 비교적 많은 수의 기형이 동반 되었는데 대부분 적절한 치료를 시행 받았다.

임상증상으로 영유아기에는 빈번한 상기도 감염 및 속발되는 기관지염이나 천식등이 있으며 특히 우중엽 및 좌하엽 부위에 폐렴의 재발이 흔하다 소아에는 기형연골 부위에 통증이나 운동후의 전흉부 통증을 호소할 수 있으며, 이학적 소견으로는 흉벽 함몰의 정도에

따라 Asthenic habitus나 비정상적 자세 또는 복부팽만의 양상등이 출현되며 흉부 청진 소견상 후흉골부와 폐동맥간 압박으로 인한 강도 2내지 3정도의 수축기 구출성 심잡음이 들릴 수 있다.

심전도상에서는 전도장애, 심장축의 우측편위, 부정맥 또는 비특이적인 ST-T 변화등을 흔히 볼 수 있는데 이러한 것은 흉벽의 비정상적 형태와 심장의 좌측전위로 인하여 발생된다.

Weg등<sup>18)</sup>은 누두흉 환자 25명에서 폐기능 검사를 실시하여 본 바 정상인에 비해 폐활량(Vital Capacity)과 최대 환기량(Maximal voluntary ventilation)의 현저한 저하가 있다고 하였으며 Cahill등<sup>19)</sup>은 수술 전과 후에 폐기능 비교 검사 소견상 폐활량은 수술 후 큰 변화가 없으나 총 폐환기량은 약간 호전되었으며 최대 환기량은 현저히 증가됨을 관찰했고 Blikman등<sup>20)</sup>은 수술전과 후의 Xenon perfusion과 ventilation scintigraphy를 이용한 비교 관찰을 통해서 수술전에는 환자 60%에서 비정상 소견을 보였지만 수술후에는 그들 중 반수에서 정상 범위로 호전되는 것을 보고하였다. 반면 Dervaux등<sup>14)</sup>은 누두흉으로 인한 폐기능의 저하가 수술후에 더욱 저하되기도 하고 또는 개선되지 않는다고 했다. 저자들의 경우에는 4예에서 폐기능의 구속성 환기 부전 양상을 보였다.

흉골 함몰로 인한 순환기 증상 및 소견으로서 우심실의 비정상적 형태를 보일 수 있고 또한 우측 심장압의 상승으로 수축성 심낭염과 같은 심장내 압력곡선을 보일 수 있다<sup>21)</sup>고 한다. Bevegard등<sup>22)</sup>에 의하면 환자의 앉은 자세에서는 양와위시보다 physical working capacity가 현저히 감소했고 심박출량은 40%가 저하되었으며 앉은 자세에서 운동할 때에 정상인에 비해 비례적인 심박출량의 증가가 미약하였고 Beiser등<sup>23)</sup>은 누워서 보다는 서있는 상태에서 운동하는 경우 심박출량이 현저히 감소하였다고 하였으나 이러한 변화들은 수술교정후 정상범위로 호전된다고 한다.

수술적 교정의 적응은 증상이 없어도 외관적 기형이 심해지고 고정되어 지는 경우와 비정상적인 자세의 진행예방을 위해 실시하고 심리적 영향으로 정신발육에 지장시, 그리고 심폐기능의 이상을 초래하는 경우에 실시할 수 있다<sup>15)</sup>고 하지만 실제 수술교정의 가장 큰 이유는 외형적인 미용을 위해 실시하는 경우가 대부분이고 연령이 증가함에 따라 심폐기능 장애, 자세이상과 정신장애의 방지를 위해 학동기 이전에 시술해야

한다.

수술 적령기는 마취의 위험성이 적고 장기적으로 미관적, 기능적으로 좋은 예후를 보일 수 있으므로 3내지 5세 사이에 시행해야 하며 또한 이 시기가 수술 조작이 쉽고 사회, 심리학적인 영향을 받지 않는다고 한다. 간혹 유아기에는 paradoxic breathing과 함께 일시적인 기형이 있는 경우가 흔하므로 이와같은 위성의 일시적인 누두흉과의 감별을 위해 지나친 조기 수술보다는 3세이상, 취학전이 좋다고 하며 나이가 증가함에 따라 수술 성적은 불량하다고 한다<sup>6,10,25,30)</sup>. 저자의 경우 8예(53.4%)의 경우에 7세이하의 소아에서 수술을 시행하였는데 그 이상의 나이에 실시한 경우보다 수술적 조작이 더 용이하였고 수술시간의 단축 그리고 수술후의 합병증 발생도 적었다.

수술전후의 교정 정도를 비교하는 방법으로는 양와위에서 함몰부위에 채워지는 물의 양의 변화, 단순 흉부사진 촬영상 함몰부의 전후 직경비교, Vertebral index<sup>25,30)</sup>, Welch index<sup>11)</sup>, Moire phototopography<sup>16)</sup>, CT scan<sup>17,30)</sup> 등의 여러 방법들이 있지만 어느 정도 정확하게 기형 정도와 수술 성적을 객관적으로 정확하게 판정하지는 못한다. 본 예에서는 함몰부위에 채워지는 물의 양이 25cc에서 180cc로 다양하였고 Welch<sup>11)</sup>에 의하면 Welch index가 5이상인 경우에 수술시행 한다 하였는데 본 예에서는 7예에서 Welch index 5이상이었다. 실제 임상의로서는 수술후 이러한 객관적인 평가도 중요하지만 심폐기능의 변화와 환자 자신의 만족도가 더 중요하다고 생각된다.

수술 교정 방법은 크게 두가지로 나눌 수 있으며 첫째 방법은 최근 가장 많이 시행하고 있는 Ravitch술식<sup>14)</sup>으로 모든 기형화된 늑골을 골막하 절제하고 검사돌기, 늑간, 심낭 그리고 종격동의 부착으로 부터 흉골을 완전히 분리시키고 흉골을 횡단 절개후 거상시키는 방법으로 그 후로 많은 유사한 수술방법이 개발되는데 이 방법들은 함몰된 흉골의 거상후 흉골의 올바른 교정위치를 유지하기 위해 개발되었다. 즉, Metal strut<sup>26)</sup>, Kirschner wire<sup>27)</sup>, 자가 늑골 지지대(autologous rib strut)<sup>10)</sup>, Marlex mesh<sup>29)</sup>, Tripoid fixation<sup>30)</sup>, 자가 연골막(autologous perichordrium)<sup>31)</sup>을 이용한 방법등이 있다. 이러한 Ravitch술식의 장점은 대칭 및 비대칭 기형 모두에서 적용 가능하며 구흉(pigeon chest)에도 사용할 수 있으나 시술후 장시간이 지남에 따라 흉벽이 변화되는 경향이 있지만 보편적

으로 사용되고 있고 적절한 위치에서 흉골 지지를 위해 사용하는 보조물의 내재로 인한 여러 합병증<sup>32,33,34)</sup>이 문제가 될 수 있다. 저자들은 1예의 stainless steel strut과 2예의 steinman pin 및 1예의 Marlex mesh를 보조물로 사용하여 수술을 시행하였는데 이 전예에서 수술후 기흉, 흉수, 피부 압박 괴사, 창상 감염과 열창과 같은 여러 합병증이 발생하였다. 두번째 방법은 Wada술식으로 1944년 Nissen에 의해 처음 시도한 후 Wada<sup>5)</sup>에 의해 보편화된 흉골반전법이다. 이 술식은 흉골후면을 박리하여 흉골체 흉골병 연결부를 절단하고 흉골 연결부를 en-bloc으로 절단하여 전체를 상하축을 중심으로 180도 반전시킨후 주위 흉벽에 재고정 시키는 방법이다. 본 수술은 수술직후 부터 흉벽의 안정된 유지로 흉골합몰이 방지되고 심질환이나 상행대동맥질환등의 동반기형이 있는 경우도 한 시야에서 동시에 시행할 수 있는 잇점이 있으나 주위 조직 및 혈액공급으로부터의 차단으로 인해 근육과 골의 괴사나 감염또는 누공이나 흉벽 성장 장애등의 합병증<sup>10,35,36)</sup>이 유발 될 수 있다. 그래서 흉골 완전 박리에 따른 이러한 합병증의 발생을 줄이고 흉벽의 안정된 지지를 목적으로 Rectus abdominis muscle pedicle<sup>24)</sup>이나 internal mammary vascular pedicle<sup>35,36)</sup>을 흉골에 부착 시켜 반전 시키는 Modified Wada술식으로 좋은 결과를 얻을 수 있었다. 또한 비대칭성 합몰이거나 흉골 합몰이 심한 누두흉시에 반전 시킨후 Cost-oplasty와 튀어나온 흉골부위를 평평하게 깎아 주면 된다고 하였다<sup>10,35)</sup> 그밖의 방법으로는 3내지 6개월 사이의 유아에서 흉골과 횡격막사이의 인대 부착물 제거 및 검상 돌기를 절제하는 Brown술식<sup>37)</sup>이 있고 Allen<sup>38)</sup>에 의하면 합몰부 피하 공간내 silastic mold를 채우는 방법도 보고 하였다. 저자들은 5예에서 흉골의 혈액공급을 유지하는 Modified Wada술식을 시행하여 심각한 합병증 없이 교정 하였고 이들 수술의 피부 절개 방법으로는 심한 누두흉이나 신속한 수술이 요구 되는 경우에는 정중 흉골 피부 절개 방법을 선택하고 미용적인 면을 고려 할 때에는 양측 유방하 피부 절개방법이 있다.

Shamberger등<sup>11)</sup>은 704예중 47예에서 재발, 창상감염, 열창, 종격동염, 기운동, 기흉, 폐염, 무기폐, 피하혈종, 흉수, 혈심낭, 혈흉등의 합병증을 보고한바 있는데 저자의 경우 6예에서 12건의 합병증이 발생하였는데 특히 흉골보조물질을 삽입한 modified Ravitch술

식 시행후 더 많은 합병증이 발생하였다.

누두흉의 교정을 위해 적절한 수술방법의 선택은 환자의 전신상태, 연령, 동반된 기형, 합몰 정도 및 대칭성 여부, 합병증의 빈도와 위험도등의 여러 요소를 고려해서 선택해야 되는데 흉골 합몰이 심하지 않은 광범위 누두흉이나 심혈관 질환이 동반된 누두흉시 Modified Wada 술식을 시행하고 비대칭적인 심한 흉골 합몰시에는 여러합병증의 가능성은 많지만 흉골 보조물의 삽입과 늑연골 성형술(costoplasty)을 시행하고 흉곽의 유연성이 유지되는 연령의 심하지 않은 기형시 Ravitch술식 혹은 그 변형술의 시행이 적절할 것으로 생각된다.

## 결 론

가톨릭 의과대학 흉부의과학교실에서 1982년 1월부터 1990년 3월까지 15예의 누두흉을 수술교정 하였으므로 관계 문헌 고찰과 함께 임상 분석을 하여 아래의 결과를 얻었다.

- (1) 9예에서 Racitch술식 및 그 변형술을 시행하였고 6예에서 Wada술식 및 그 변형술을 시행하였다.
- (2) 수술후 전예의 환자에서 만족도, 수술전 정신 신체적 결함이 회복, 합몰교정면에서 만족할 만한 결과를 얻었다.
- (3) 동반된 선천성 질환은 6예로써 40%의 기형동반이 있었는데 적절한 치료를 시행하였다.
- (4) 수술후 합병증은 총 6예로써 12건의 비교적 경미한 합병증이 발생하였는데 흉벽교정을 위해 흉골 보조물을 이용한 변형 Ravitch술식의 경우에 4예 모두에서 6건의 합병증이 유발되었고 학동기 이전에 수술시행시 수술이 용이하였고 합병증 발생도 적었다.
- (5) 수술후 재발과 사망예는 없었다.

## REFERENCES

1. Meyer L : Zur chirurgischen behandlung der angeborenen trichterbrust. Verh Berliner Med. 42 : 364-373, 1911
2. Sauerbruch F : Die Chirurgie der Brustorgane., Verlag-Springer, 1920, pp440-444

3. Ochsner A, DeBakey M : *Chone-chondrosternon ; Report of a case and review of the literature. J Thorac Surg* 8 : 469-511, 1939
4. Ravitch MM : *The operative treatment of pectus excavatum. Ann Surg* 129 : 429-444, 1949.
5. Wada J : *Surgical collection of the funnel chest, "Sternal turnover."* *West J Surg Obstet Gynecol* 69 : 358, 1961.
6. Sabiston DC, Spencer FC : *Surgery of the Chest (5th ed.), Vol 1, 418, Saunders, Tokyo, 1990*
7. Shields TW : *General Thoracic Surgery(3rd ed.), 515; Lea & Febiger. Philadelphia, London 1989*
8. Ravitch MM : *Congenital Deformities of the Chest Wall and Their Operative Correction. Philadelphia, W.B. Saunders C., 1977*
9. Haller JA, Peters GN, Mazur D and White JJ : *Pectus excavatum. a 20 year surgical experience. J Thorac Cardiovasc Surg* 60 : 375, 1970
10. Wada J : *Sternal turnover. Ann Thorac Surg* 17 : 296, 1974.
11. Shamberger RC, Welch KJ : *Surgical collection of pectus excavatum. J Pediatr Surg* 23 : 615, 1988.
12. Mullard K : *Observations on the aetiology of pectus excavatum and other chest deformities, and a method of reading them. Br J Surg* 52 : 115, 1967
13. Moghissi K : *Long term results of surgical correction of pectus excavatum and sternal prominence. Thorax* 19 : 350, 1964
14. Dervaux L, Ivanoff I, Rochestte F, et al : *Mechanism of pulmonary changes after surgical correction for funnel chest. Eur Respir J* 1988 ; 1 : 835-5
15. Ravitch MM : *Technical problems in the operative correction of pectus excavatum. Ann of Surg* 162 : 29, 1965
16. Shochat SJ, Csongradi JJ, Hartman GE, et al : *Moire phototopography in the evaluation of the anterior chest wall deformities. J Pediatr Surg* 16 : 353-357, 1981
17. Haller JA, Kremer SS, Lietman S. Use of CT Scans in Selection of Patients for Pectus Excavatum Surgery : A Preliminary Report. *J Pediatr surg.* 1987 ; 22 : 904-6
18. Weg JG, Krumholz RA, and Harkleroad LE : *Pulmonary dysfunction on pectus excavatum. Am Rev Respir Dis* 96 : 936, 1967
19. Cahill JL, Lees GM, and Robertson HT : *A summary of preoperative cardiorespiratory performance in patients undergoing pectus excavatum and pectus excarinatum repair. J Pediatr Surg* 19 : 430, 1984
20. Blickman JG, et al : *Pectus excavatum in children: Pulmonary scintigraphy before and after corrective surgery. Radiology* 156 : 781, 1985
21. Garusi GF, and D'Ettoire A : *Angiocardiographic patterns in funnel chest. cardiologia* 45 : 312, 1964
22. Bevegard S : *Postural circulatory changes at rest and during exercise in patients with funnel chest, with special reference to factors affecting the stroke volume. Acta Med Scand* 171 : 695, 1972
23. Beiser GC, Epstein SE, Stampfer MD, et al : *Impairment of cardiac function with pectus excavatum with improvement after operative collection. N Engl J Med* 187 : 267, 1972
24. Akiyana F, Shinozaki M, Shimamoto M, et al : *Long term results of sternotom over with Rectus Muscle Pedicle for Funnel chest. JATS* 1986 : 6 : 18-23
25. 김선경, 채성수, 이철세, 백광제, 김학제, 김형묵 : *누두흉과 수술적교정 : 대한 흉부 외과 학회지* 16 : 183, 1983
26. Adkins PC, Blades B : *A stainless steel strut for correction of pectus excavatum. Surg Gynecol Obstet* 113 : 111, 1961
27. Griffin EH, Minnis JF : *Pectus excavatum : a survey and a suggestion of maintenance and correction. J Thorac Cardiovasc Surg* 33 : 625, 1957
28. Dailey JE : *Repair of funnel chest using substernal osteoperiosteal rib graft strut : report of a case with four year follow-up. JAMA* 150 : 1203, 1952
29. Robicsek F : *Marlex mesh support for the correction of very severe and recurrent pectus excavatum Ann Thorac Surg* 26 : 80, 1978
30. Haller JA Jr, Shermeta DW, Tepas JJ, et al : *Correction of pectus excavatum without prosthesis or splints : objective measurement of severity and mangement of asymmetrical deformities. Ann Thorac Surg* 26 : 73, 1978
31. Holcomb GW, Jr : *Surgical correction of pectus excavatum. J Pediatr Surg* 12 : 295, 1977
32. Humphreys Gh, Jaretzki A : *Pectus excavatum :*

- late results with and without operation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 80 : 686, 1980
33. Howard R : *Funnel chest : results and description of an important operative technique. Med J AUS* 2 : 134, 1978
  34. Mogiss K : *Long-term results in surgical correction of pectus excavatum and sternal prominence. Thorax* 19 : 350, 1964
  35. Hawkins JA, Ehrenhaft JL, and Doty DB : *Repair of pectus excavatum by sternal eversion. Ann Thorac Surg* 38 : 368, 1984
  36. Taguchi K, Mochizuki T, Nakagaki M, Kato K : *A new plastic operation for pectus excavatum : sternal turnover surgical procedure with preserved internal mammary vessels. Chest* 67 : 606, 1975
  37. Brown AL : *pectus excavatum, anatomic basis : surgical treatment of the incipient stage in infancy. Correction of the pectus excavatum in the fully developed stage. J Thorac Surg* 9 : 164, 1940
  38. Allen RC, and Douglas M : *Cosmetic improvement of thoracic wall defect using a rapid setting silastic mold : a special technique. J Pediatr Surg.* 14 : 745, 1979
  39. 안병희, 허선 : 누두흉의 임상적 고찰 : 대한 흉부 외과 학회지 23 : 316, 1990